PRB 00-01E

Library of Parliament
Bibliothèque du Parlement

ENDOCRINE DISRUPTORS
UPDATE

Christine Labelle
Science and Technology Division

10 August 2000

PARLIAMENTARY RESEARCH BRANCH
DIRECTION DE LA RECHERCHE PARLEMENTAIRE

The Parliamentary Research Branch of the Library of Parliament works exclusively for Parliament, conducting research and providing information for Committees and Members of the Senate and the House of Commons. This service is extended without partisan bias in such forms as Reports, Background Papers and Issue Reviews. Research Officers in the Branch are also available for personal consultation in their respective fields of expertise.

CE DOCUMENT EST AUSSI PUBLIÉ EN FRANÇAIS

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

TABLE OF CONTENTS

Page

INTRODUCTION 1

THE ENDOCRINE SYSTEM AND ENDOCRINE DISRUPTORS: BASIC CONCEPTS 2

A. How the Endocrine System Works 2
B. Endocrine Disruptors and their Impact on the Endocrine System 2

SUBSTANCES THAT CAN ACT AS ENDOCRINE DISRUPTORS 3

A. Pollution: A Source of Endocrine Disruptors 3
B. Persistent Organic Pollutants 6
C. Heavy Metals 7
D. Organochlorines 8
E. Pesticides 8
F. Other Substances 9

THE EFFECTS OF ENDOCRINE DISRUPTORS: THE SCIENTIFIC POINT OF VIEW 9

A. Effects on Animals and Humans 9
B. Effects on the Reproductive and Endocrine Systems 11
C. Heightened Effects on the Fetus 12
D. Non-estrogenic Effects 13
E. The Need for More Information 13

RECENT GOVERNMENT MEASURES IN CANADA 14

A. National Initiatives 14
B. International Initiatives 15

CONCLUSION 17

APPENDICES

1 – List of known and suspected hormone disruptors
2 – Description of heavy metals studied by the Northern Contaminants Program
3 – Government measures

101-06467/

CANADA
LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

ENDOCRINE DISRUPTORS
UPDATE

INTRODUCTION

Scientific research is increasingly highlighting the close links between human beings and their environment. Every day, it becomes clearer that the quality of the air, water and soil has a direct impact on the food chain and thus on human beings who are situated at the top of the pyramid. For a few years now, endocrine-disrupting substances – or endocrine disruptors – have become a source of concern. Scientific studies carried out in Canada and in several other countries have shown that those substances can act on the endocrine system of certain invertebrates, fish and higher animals in general. Endocrine disruptors can affect reproduction, growth and development in several species. Scientists are therefore concerned by the role these substances might play in the appearance or increase of hormonal system diseases in human beings, particularly the still-unexplained increase in the incidence of cancers, infertility and malformations of reproductive organs noted in several countries.

The mechanisms through which endocrine disruptors interfere with the hormonal system are complex and not yet well understood. Researchers do know, however, that a wide range of substances affect health, precisely because of the complexity of the hormonal system, and that very low concentrations are sufficient to affect the physiological processes of several animal species.

The extent of disruptors' effects on human beings is still being debated, as many factors limit research and prevent researchers from drawing conclusions as easily as they do for wildlife. Be that as it may, the Canadian government gives this emerging international issue a high priority, recognizing the need to produce the knowledge necessary for informed policy and regulatory decisions.

This document attempts to provide an update on the question of endocrine disruptors. The first part reviews how the endocrine system works, explains what endocrine disruptors are, and how they act in the human body. The second part of the paper introduces some of the substances that could be endocrine disruptors, while the third part discusses the effects of endocrine disruptors on animals and presents the scientific community's various points of view as to the extent of these effects on human beings. Finally, it examines the Canadian government's most recent efforts to control endocrine disruptors.

THE ENDOCRINE SYSTEM AND ENDOCRINE DISRUPTORS: BASIC CONCEPTS

A. How the Endocrine System Works

The endocrine hormone system plays a key role in growth and sexual development. It consists of the endocrine glands, including the testicles, the ovaries, the thyroid, the pancreatic and adrenal glands, the parathyroids and the pituitary gland (which controls the other endocrine glands). These glands secrete substances known as hormones, which are chemical messengers released directly into the bloodstream, where they travel to and stimulate other organs (or receptors). The pancreas, the thyroid, the parathyroids and the pituitary secrete protein hormones; the adrenal glands and the gonads[1] secrete steroid hormones.

Hormones are crucial to morphology, metabolism, blood circulation and the nervous system (which itself affects hormone secretion),[2] and thus help maintain the individual's physiological balance.

B. Endocrine Disruptors and their Impact on the Endocrine System

When hormone secretion is disrupted, a physiological imbalance occurs that can lead to such problems as obesity, diabetes and decalcification of the bones. The natural or artificial substances that may cause this imbalance are described as *endocrine disruptors*. Disruptors are divided into three categories:

---

(1) Testicles and ovaries.

(2) *Petit Larousse de la médecine*, Tome 1, 1976.

- **Mimics** – These disruptors are perceived by the body as genuine hormones because they elicit the same chemical reactions as natural hormones.

- **Blockers** – These disruptors, by blocking the cell receptors, prevent naturally occurring hormones from affecting cells in the usual way.

- **Triggers** – These disruptors elicit unusual or abnormal reactions in cells.[3]

For example, if we look at the development of a child from an embryonic stage to birth, the entire process is regulated by specific chemical messengers that are programmed to be released at one point and taken up at another in precise concentrations and at specific times. If a chemical interferes with these messengers, irreversible damage can result at some stage. The effects may include changes in the development and function of the reproductive system, which in turn produces abnormalities, including deformities.

The effects of endocrine disruptors are not limited to male or female sex hormones; they also affect other endocrine glands that play a role in growth, development and reproduction.[4]

SUBSTANCES THAT CAN ACT AS ENDOCRINE DISRUPTORS

A. Pollution: A Source of Endocrine Disruptors

The scientific community clearly recognizes that a wide range of substances interfere with the natural chemical messengers in animals.[5] These substances are present throughout the environment, and even if we do not yet know the extent of their effect on the human endocrine system, the human organism is nevertheless in almost constant contact with them. That is due, in particular, to the fact that a large number of these substances can easily be transported by the wind in particle or droplet form, and may travel thousands of kilometres from their source. Rain then deposits the particles on soil or in waterways, where they accumulate and undergo transformation. They are then absorbed by vegetation and end up in the food chain,

---

(3) The Endocrine Disrupter Resource Center, Institute for Agriculture and Trade Policy (http://www.iatp.org/edrc/About.cfm).

(4) Environment Canada, *Endocrine Disrupting Substances in the Environment*, 2000.

(5) *Ibid.*

after which they become concentrated in the fatty tissue of animals. The movement of substances over long distances seems to be confirmed by a study of Inuit infants in Nunavik and Baffin Island, which found that babies born in this region are exposed to higher levels of certain products (such as PCBs) than are babies born in southern Canada.[6] Variations in exposure to these pollutants are attributable primarily to diet, although sociodemographic differences also come into play.

Environment Canada has established that several substances present in the environment may act as endocrine disruptors (see Table 1). For instance, the presence of industrial, agricultural and municipal waste in the environment may expose organisms to abnormally high doses of natural substances such as sexual hormones or phyto-estrogens (plant by-products or derivatives). Synthesized chemical products such as pesticides, the by-products of industrial activity (dioxins, furans), and industrial wastes (PCBs) can also affect the normal functioning of the endocrine system.

The U.S. Endocrine Disrupter Resource Center has identified about 50 of these substances (see Appendix 1). According to that organization, very minute concentrations (parts per trillion) of these products in an organism would be enough to affect its endocrine system. Half of the substances mentioned in the Center's list are part of the organochlorine group: a description of that group is provided later in this paper.

(6) Gina Muckle, Éric Dewailly and Pierre Ayotte, "Prenatal exposure of Canadian children to polychlorinated biphenyls and mercury," *Canadian Journal of Public Health*, Vol. 89, Suppl. 1, May/June 1998, pp. 22-26.

TABLE 1: SOURCES, CATEGORIES AND EXAMPLES OF SUBSTANCES THAT HAVE BEEN REPORTED AS POSSIBLE ENDOCRINE DISRUPTORS

Examples of Sources	Categories (Example of Uses)	Examples of Substances
Incineration, landfill	Polychlorinated Compounds (from industrial production or by-products of mostly banned substances)	Polychlorinated dioxins, polychlorinated biphenyls
Agricultural runoff / Atmospheric transport	Organochlorine Pesticides (found in insecticides, many now phased out)	DDT, dieldrin, lindane
Agricultural runoff	Pesticides currently in use	Atrazine, trifluralin, permethrin
Harbours	Organotins (found in antifoulants used to paint the hulls of ships)	Tributyltin
Industrial and municipal effluents	Alkylphenols (Surfactants – certain kinds of detergents used for removing oil – and their metabolites)	Nonylphenol
Industrial effluent	Phthalates (found in placticisers)	Dibutyl phthalate, butylbenzyl, phthalate
Municipal effluent and agricultural runoff	Natural Hormones (produced naturally by animals); synthetic steroids (found in contraceptives)	17-b-estradiol, estrone, testosterone; ethynyl estradiol
Pulp mill effluents	Phytoestrogens (found in plant material)	Isoflavones, lignans, coumestans

Source: Environment Canada, *Endocrine Disrupting Substances in the Environment*, 2000.

Some scientists suspect that ordinary products used in everyday life may also be endocrine disruptors. Possible examples include cleaning products, beauty products and compounds produced by the breakdown of plastics.

News reports and newspaper articles tell startling stories that link chemical substances and diseases related to the disruption of the hormonal system such as breast cancer and non-Hodgkin's lymphoma. For instance, some researchers suggest that plastics, fuels and certain drugs or pesticides may stimulate excessive hormone secretion and thus accelerate the development of cancer in a given gland or the organ it affects. More than anything, these news reports reflect the population's growing concern with the effects of pollution on health.

B. Persistent Organic Pollutants

Until recently, most research work on endocrine disruptors has been done on persistent, bioaccumulative and toxic substances, many of which are mentioned in Table 1 (dioxins, PCBs, organochlorine pesticides, etc.). Those chemical substances – persistent organic pollutants (POPs) – come into the environment as a result of human activities, and their list will probably continue to grow.

POPs share three broad characteristics:

- **persistent**: POPs are called *persistent* because they resist degradation in normal environmental conditions.
- **liposoluble**: POPs are also *liposoluble* and very slightly water-soluble, which means that the organism cannot excrete them, which is why they accumulate in tissue. The accumulation of a contaminant over time within one organism is known as *bioaccumulation*. The organism that eats plants or animals that have already been contaminated can accumulate a high concentration of contaminants, and that concentration increases with every step up the food chain. This increase in the concentration of POPs as you go up the food chain is known as *bioamplification*.(7)
- **semi-volatile**: POPs are *semi-volatile*, i.e., they move easily from a solid state to a gaseous state at high temperatures and become solid again if temperatures drop. Used in southern regions, these products partly evaporate and are transported by the wind; they then condense when they come in contact with cold arctic air and settle on the ground. When these pollutants reach the North (all of the territory north of the 60th parallel, i.e., the sub-arctic and arctic regions), they tend to accumulate because the low temperatures are not conducive to evaporation. POPs can repeat that cycle several times and over long distances, which has caused this phenomenon to be known as the "grasshopper effect."

---

(7) *Presentation concerning pesticide residues in the Canadian Arctic and the Northern Contaminants Program*, House of Commons Standing Committee on the Environment and Sustainable Development, 9 December 1999.

Because of this travel over long distances allied to their particular physical and chemical characteristics, POPs affect arctic regions in particular.[8] According to the literature, 80% of pollutants in the Arctic are thought to be from countries other than Canada.[9]

Although the use of most POPs is prohibited or restricted in Canada, they are produced, used or discharged in a number of other countries; and because POPs are readily transportable by air, they can still put the Canadian population (and that of many other countries) at risk. That is why they are covered by international agreements adhered to by Canada. These agreements currently cover the following 16 POPs. Most of these pollutants are in *organochlorines* – organic substances that contain chlorine atoms; 11 of them are pesticides.

- **Pesticides:** Chlordane, DDT, aldrin, dieldrin, endrin, heptachlor, hexachlorobenzene, mirex, chlordecone, lindane and toxaphene.
- **Industrial chemical products:** PCBs, hexabromobiphenyl.
- **Contaminants:** Dioxins, furans, polycylic aromatic hydrocarbons (PAH).

C. Heavy Metals

Canada has included three heavy metals – cadmium, mercury and lead (see Appendix 2) – in its research programs on the effects of toxic substances on health and on the endocrine system in particular. Those three metals are thought to act as endocrine disruptors and are among the substances being studied under the Northern Contaminants Program sponsored by Indian and Northern Affairs Canada (see Appendix 3).

These three metals are present in the environment as a result of various natural processes. However, since the beginning of the industrial era, human activity has raised the levels of these metals in natural ecosystems, and as result of bioaccumulation and bioamplification, in the food chain.

---

(8) J. Jean, K. Adare and R. Shearer, *Canadian Arctic Contaminants Assessment Report*, Northern Contaminants Program, Indian and Northern Affairs, 1997; Draft of the report of the *EcoSummit* 1999 conference.

(9) Brief submitted by the Inuit Tapirisat Circumpolar Conference of Canada to the Standing Committee on Environment and Sustainable Development, 9 December 1999.

D. Organochlorines

Organochlorines are chemical products containing both carbon and chlorine. They are used for a variety of purposes including pesticides, refrigerants or other industrial products. Some organochlorines, such as dioxins and furans, are by-products of (various) industrial processes that are released into the environment, and several of them are believed to be endocrine disruptors (Table 1). Many of them are POPs that are now prohibited in Canada, but traces of them can still be found in the environment. They may even reach high concentrations in the tissues of predators at the top of the food chain.

In Canada, the double-crested cormorant (a fish-eating predator) is used as a national indicator of persistent organochlorine levels because of its broad distribution across southern Canada, especially in areas of concentrated human activity.[10]

E. Pesticides

The first pesticides,[11] which appeared during the 1940s, contained mostly organochlorines. They were used in an intensive way – both in agriculture and forest management, as well as to protect wooden buildings and health – in order to control a variety of insects. Thus, it is not surprising to learn that because of their characteristics, traces of organochlorine pesticides still persist in the environment, even if several other groups of chemicals have replaced them, at least in Canada, where more than 50 million kilograms of herbicides, insecticides and fungicides are used each year.[12]

---

(10) Environment Canada, "Persistent organochlorines," *S and E Bulletin*, January 1998, Environment Canada Internet site (http://www.ec.gc.ca).

(11) A pesticide is any product designed to limit, destroy, attract or repel pests that is used, sold or imported into Canada. Pesticides include chemicals, devices and even organisms. Pest control products include herbicides, insecticides and fungicides as well as algicides, animal and insect repellants, cleaning and antimicrobial products, preservatives for materials and wood, and devices for the control of insects and rodents. Health Canada (http://www.hc-sc.gc.ca).

(12) World Wildlife Fund, *The Problems with Pesticides in Canada*, a Briefing Book for Parliamentarians, Canada, June 1999.

F. Other Substances

After having focused almost exclusively on persistent, bioaccumulative and toxic substances, scientists today are studying substances that may not persist as long in the environment, but are nevertheless widespread. They may affect growth, development and reproduction of organisms, even in low concentrations. These are substances that are found in municipal and industrial effluents as well as in the runoff from agricultural lands, natural plant estrogens, chemical products such as alkyphenols and tributyltin (Table 1), and certain other ingredients of pesticide formulations.[13]

THE EFFECTS OF ENDOCRINE DISRUPTORS: THE SCIENTIFIC POINT OF VIEW

A. Effects on Animals and Humans

Canada has been a pioneer in research on endocrine disruptors, thanks in particular to the efforts of the Canadian Wildlife Service, whose work highlighted cases of disruption of the endocrine system in animals.[14] Research showed effects on the reproduction and development of fish and birds (Table 2); the observation of embryonic malformations in various species and of the mortality of such embryos confirmed embryotoxic effects[15] and teratogenic[16] of certain pollutants. The research noted various anomalies: a decrease in the size of the penis and testicles, a decline in sperm counts, reproductive anomalies, feminization of males, and masculinization of females.

---

(13) Environment Canada (2000).

(14) Standing Committee on Environment and Sustainable Development, *PESTICIDES: Making the Right Choice for the Protection of Health and the Environment*, May 2000.

(15) Embryotoxic: The character of a substance that can harm the embryo.

(16) Teratogenic: The character of a substance that can cause abnormal or monstrous forms in an organism.

TABLE 2: SOME EXAMPLES OF ENDOCRINE-RELATED EFFECTS IN WILD POPULATIONS

- Deformities and embryo mortality in birds and fish caused by exposure to industrial chemicals and organochlorine insecticides.
- Impaired reproduction and development in fish exposed to effluents from pulp and paper mills.
- Abnormal reproduction in snails exposed to antifouling substances applied to the exteriors of ships.
- Depressed thyroid and immune functions in fish-eating birds.
- Feminization of fish near municipal effluent outlets.

Source: Environment Canada, *Endocrine Disrupting Substances in the Environment*, 2000.

These results have blazed a trail for the world scientific community, which is now studying the issue of active compounds in the environment in relation to the human population. Over the past three decades, many countries have witnessed an increase in diseases related to malfunctions of the endocrine system (thyroid dysfunction, infertility, defects and cancer of the reproductive organs).[17] In Canada, Ontario has experienced an apparent 2% increase each year in the incidence of testicular cancer (60% over the past 30 years);[18] and as early as 30 years ago, endocrine disruptors were being suggested as a possible cause.[19] Recent studies suggest that these substances also have an effect on the human body; for instance, women who drank water daily from Lake Michigan in the 1970s are reported to have been exposed to persistent toxins and to have given birth to neurologically damaged babies.[20] The learning ability and behaviour of the children with the highest exposure levels are believed to have been irreversibly affected.

(17) The Endocrine Disrupter Resource Center, Institute for Agriculture and Trade Policy (http://www.iatp.org/edrc).

(18) *Ibid.*

(19) Shirley A. Briggs, *Basic Guide to Pesticides – Their Characteristics and Hazards*, Rachel Carson Council, 1992.

(20) Michael Gilbertson, "Linking Water Quality to Wildlife and Human Health," *FOCUS*, International Joint Commission, November 1998, pp. 18-19.

Similar conclusions were reached in a 1990 study of babies in New York whose mothers had consumed fish from Lake Ontario in the 1980s while pregnant.[21]

There is a great deal of debate concerning research on the human population, in particular because scientists do not agree on the extent of the problem. A partial list of recent studies suggests four main conclusions in connection with endocrine disruptors:

- Several studies conclude that more in-depth research is essential to a thorough understanding of endocrine disruptors.
- Some studies indicate that most of the studied products appear to have at least some impact on mammals (including humans).
- Other studies suggest that the effects of endocrine disruptors are seen primarily in fetuses and developing children.
- Other studies suggest that the extent of the effects varies according to a host of parameters that are distinct from the effect of the products studied.

B. Effects on the Reproductive and Endocrine Systems

Many authors agree that the pollutants being studied can affect the endocrine system by coming between the hormones and hormone receptors (paralyzing or triggering disruptors). Benjamin Danzo is among those who support this view.[22] His work on such products as DDT congeners,[23] dieldrin, atrazine and pentachlorophenol has led him to observe that these substances interfere to varying degrees with the binding of ligands[24] to steroid receptors and binding proteins.

A Danish study of 18 organochlorine products has linked the incidence of breast cancer to pesticides and has shown that some organochlorines may have a slight estrogenic

---

(21) International Joint Commission, *FOCUS* (http://www.ijc.org/focus).

(22) Benjamin J. Danzo, "Environmental Xenobiotics May Disrupt Normal Endocrine Function by Interfering with the Binding of Physiological Ligands to Steroid Receptors and Binding Proteins," *Environmental Health Perspectives*, Vol. 105, No. 3, March 1997, pp. 294-301.

(23) Congener: A product that belongs to the same chemical group and is derived from the same initial compound.

(24) Ligand: In this case and in non-technical terms, a molecule that has the necessary properties to attach itself to a receptor.

effect.[25] In addition, some chemical pollutants with limited ability to stimulate hormones may become more active (mimics) in synergy with other products. In fact, Steven Arnold and various other researchers have hypothesized that estrogen receptors have more than one site that can bind with pollutants.[26] This is the case with chlordane, which has no effect on the endocrine system by itself, but can make dieldrin more potent.[27] However, other researchers have been unable to demonstrate this type of synergy;[28][29] these divergent observations further complicate the subject of endocrine disruptors and the extent of their effects.

C. Heightened Effects on the Fetus

Research was undertaken after scientists in many countries had observed a decrease in sperm counts and an increase in diseases affecting male genital organs. This research suggests that, in such cases, there may have been exposure to chemical pollutants that act like hormones in the fetal stage or in early childhood, and that the effects are observed in adulthood. A literature review reported on that hypothesis when male fetuses were inadvertently exposed (via the mother) to abnormal doses of synthetic estrogens such as diethylstilbestrol (a synthetic hormone used for the treatment of ovarian dysgenesis and prostate cancer).[30]

The greater sensitivity of fetuses and children to toxins present in the environment is attributable to their rapid growth and their physiological and metabolic immaturity. The fact

---

(25) Annette Pernelle *et al.*, "Organochlorine Exposure and Risk of Breast Cancer," *The Lancet* 352(9143), 1998, pp. 1816-1820.

(26) Steven Arnold *et al.*, "*In Vitro* Synergistic Interaction of Alligator and Human Estrogen Receptors with Combinations of Environmental Chemicals," *Environmental Health Perspectives*, Vol. 105, Suppl. 3, April 1994, pp. 615-618.

(27) Steven Arnold *et al.*, "Synergistic Activation of Estrogen Receptor with Combinations of Environmental Chemicals," *Science*, Vol. 277, 1997, pp. 462-463.

(28) K.F. Arcaro *et al.*, "Lack of Synergy by Mixtures of Weakly Estrogenic Hydroxylated Polychlorinated Biphenyls and Pesticides," *Environmental Health Perspectives*, Vol. 106, Suppl. 4, August 1998, pp. 1041-1046.

(29) K.F. Ramamoorthy *et al.*, "Estrogenic Activity of a Dieldrin/Toxaphene Mixture in the Mouse Uterus, MCF-7 Human Breast Cancer Cells, and Yeast-Based Estrogen Receptor Assays: No Apparent Synergism," *Endocrinology*, Vol. 138, No. 4, April 1997, pp. 1520-1527.

(30) Jorma Toppari *et al.*, "Male Reproductive Health and Environmental Xenostrogens," *Environmental Health Perspectives*, Vol. 104, Suppl. 4, August 1996, pp. 741-803.

that children absorb larger quantities of air, food and fluids than do adults, relative to their body mass, also increases their potential for overexposure, as compared to adults.[31]

D. Non-estrogenic Effects

Research does not always confirm that pollution has hormonal effects on living organisms; according to some findings, chemical pollutants have only a minor impact on the endocrine system while, according to others, the pollutants may harm health through mechanisms independent of the hormone receptors.

W.G. Foster,[32] for instance, has questioned whether there is real cause for concern about these disrupting environmental agents, in view of two factors: 1) the products (in the case of this study, POPs) have only a minor impact on the hormone system and 2) these products act through mechanisms that are independent of the estrogen receptor. On the basis of his work, he concluded that further studies must resolve a number of points before this question can be answered, but emphasized that current literature suggests that the potential effects of chemical pollutants on public health should be a matter of concern.

E. The Need for More Information

Scientists agree on at least one point: the current data on endocrine disruptors are inadequate. More comprehensive studies of the endocrine system and toxic substances must be conducted to establish clearly the scope of the problem and to develop a strategy for prevention and intervention.[33] Every scientist has his or her own view of what must be done.

According to Tracey M. Slayton, among others, science must compile more information on how pollutants act, the biological significance of the observed effects (reversible

---

(31) Graham W. Chance and Eef Harmsen, "Children are Different: Environmental Contaminants and Children's Health," *Canadian Journal of Public Health*, Vol. 89, Suppl. 1, May/June 1998, pp. 10-14.

(32) Warren G. Foster, "Endocrine Disruptors and Development of the Reproductive System in the Fetus and Children: Is there a cause for concern?" *Canadian Journal of Public Health*, Vol. 89, Suppl. 1, May-June 1998, pp. 41-45.

(33) Danzo (1997); Thomas M. Crisp *et al.*, "Environmental Endocrine Disruption: an Effects Assessment and Analysis," *Environmental Health Perspectives*, Vol. 106, Suppl. 1, February 1998, p. 11-56; Toppari *et al.* (1990); Tracey M. Slayton, "Persistent Toxins that Bioaccumulate (PTbs) and Endocrine Disruptors," Internet site, 1996; Helen Tryphonas, "The Impact of PCBs and Dioxins on Children's Health: Immunological Considerations," *Canadian Journal of Public Health*, Vol. 89, Suppl. 1, May/June 1998, pp. 54-57.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

or irreversible), the dose-response relationship, and the potential for chemical interaction (for example, observation of synergistic or antagonistic effects between estrogens and toxic compounds). Thomas Crisp and his team focus on the imbalance in the central nervous system and the pituitary integration[34] of hormonal and sexual activity, the male and female reproductive systems, and thyroid function. Their results suggest the need for analysis of the potential of the endocrine disruptors to induce prostate, breast and testicular cancer and their impact on endometriosis. In addition, attention is drawn to the importance of a better understanding of the etiology[35] of the diseases that are attributed to pollutants.

With regard to specific research on the developing fetus and the newborn, research seems to be needed on the following points: the developmental stage (which is most sensitive to exposure); thyroid function, including steroid-dependent processes as other than estrogen-dependent effects; and the combination of chemical products present in the environment.

The Endocrine Disrupter Screening Program, established in 1998 by the U.S. Environmental Protection Agency (EPA),[36] offers the hope of additional scientific data, and perhaps more systematic data. The program is designed to target pesticides and other chemical substances that act – or are presumed to act – in humans in the same way as natural hormones. It will first examine the effects of some of these products on the three best-known hormone systems (estrogen, androgen and thyroid systems), in order to: determine whether these effects are similar to those produced by the hormones in question; describe those effects; and quantify the effects. This work should allow for the classification of products based on their capacity to simulate hormones. Later, the research could target other hormonal systems.

RECENT GOVERNMENT MEASURES IN CANADA

A. National Initiatives

The problem of endocrine disruptors is complex, and finding solutions requires the participation of governments as well as industries, universities and the public. Under the terms of the new *Canadian Environmental Protection Act* (*CEPA*), the Canadian government has

(34) Pituitary: site at which hormones are transferred from the hypothalamus to the pituitary circulation.

(35) Etiology: the study of the causes of disease and factors contributing to it.

(36) Environmental Protection Agency, "Endocrine Disruptor Screening Program – Notice" (http://www.epa.gov/opptint/opptendo), 11 August 1998.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

set up a research investment fund, one part of which deals specifically with endocrine disruptors. The Toxic Substances Research Initiative (TSRI) subsidizes research in specific areas of environment and health, including toxic substances that disrupt the hormonal system.[37] The TSRI is overseen by a Scientific Management Committee made up of government and non-governmental scientists specialized in the area of toxic substances. The Initiative is a result of a partnership between the departments of Health, Environment, Fisheries and Oceans, Natural Resources, Indian and Northern Affairs, and Agriculture and Agri-food.

Environment Canada incorporates research on endocrine disruptors into its multiple regional projects on ecosystems, which allows it to increase what is known on the effects of endocrine disruptors present in the environment. In addition to other tasks, the Department is drawing up environmental assessment protocols to be used in the field and in laboratories. Moreover, it is developing its national leadership by putting information tools – including an Internet site and a recently created Fact Sheet on the topic of endocrine disruptors – at the disposal of scientists, decision-makers and the general population.

Canada has taken several other measures (see Appendix 3); if they do not apply directly to endocrine disruptors, they will nevertheless allow for the gathering of information on toxic substances that could eventually be targeted.

B. International Initiatives

The Canadian government is working with international organizations in order to address the issue of endocrine disruptors as part of a list of serious world problems. These organizations include the Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), the United Nations Environment Program (UNEP), and the North American Free Trade Agreement Commission for Environmental Cooperation (NAFTA-CEC). Among other initiatives, Environment Canada will participate in international activities involving the global harmonization of assessment methods designed to help in the fight against endocrine-disrupting products.

Table 3 summarizes the international accords that Canada has ratified or is in the process of ratifying to solve the global problem posed by POPs. One of those accords, prepared

---

(37) Environment Canada, "Federal Ministers Announce that $40 million will be allocated to research on health and environment in Canada," Communiqué, 7 December 1998.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

under the auspices of UNEP, should be ready in the year 2000. This is a legally binding instrument for implementing international action on certain organic pollutants; its purpose is to reduce emissions and releases of substances such as DDT, toxaphenes and PCBs that accumulate in the environment, particularly in the Arctic. During the first session of the Intergovernmental Negotiation Committee, in June 1998, the delegates from 92 countries defined the principles that were to guide its preparation.

TABLE 3: NATIONAL AND INTERNATIONAL MEASURES TAKEN BY CANADA ON TOXIC SUBSTANCES

Substances	UN-ECE Treaty on POPs	UN-ECE Treaty on heavy metals	TSMP (Track 1)	Treaty UNEP on POPs	NAFTA-CEC
Chlordane	x		x	x	x
DDT	x		x	x	x
PCBs	x		x	x	x
Aldrin	x		x	x	
Dieldrin	x		x	x	
Endrin	x		x	x	
Heptachlor	x		x	x	
Hexachlorobenzene	x		x		(x)
Mirex	x		x	x	
Dioxins	x		x	x	(x)
Furans	x		x	x	(x)
Toxaphene	x		x	x	
Chlordecone	x				
Hexabromobiphenyl	x				
PAHs	x				
Lindane	x				
Mercury		x			x
Cadmium		x			
Lead		x			

Source: The Green Lane, Environment Canada Internet site, October 1998.

(x)	Information from Marcos Silva, CEC Council Session held at Banff, Commission for Environmental Co-operation, e-mail, 28 June 1999
NAFTA-CEC	North American Free Trade Agreement Commission for Environmental Co-operation
UN-ECE	United Nations Economic Commission for Europe
TSMP	Toxic substances management policy (these substances are to be eliminated (quasi-elimination) according to the policy)
UNEP	United Nations Environment Program

In addition, Canada – together with 43 European and North American countries – has signed two protocols on persistent organic pollutants under the auspices of the United Nations Economic Commission for Europe. The first, *New Persistent Organic Pollutants Protocol to the Convention on Long Range TransBoundary Air Pollution*, covers 16 POPs as well as contaminants and derivatives such as dioxins and furans. The second, the *New Heavy Metals Protocol to the Convention on Long Range TransBoundary Air Pollution*, deals with three heavy metals: cadmium, lead and mercury. Canada ratified these agreements on 22 December 1998.[38]

CONCLUSION

Most of the toxic substances suspected of having effects on the hormone system have appeared on the market since World War II; many are pesticides from the organochlorine group. Although available data are not sufficient to determine effects on humans with absolute certainty, research has proven that those substances do act on the endocrine system of animal species. Indeed, hundreds of substances remain to be analyzed, and the conclusions compiled to date are valid only for those products already specifically assessed.

Moreover, although some scientists are extremely concerned about these substances, others are more cautious. In fact, some studies show that a number of additional factors other than endocrine disruptors – such as changes in diet and habits during pregnancy – may be responsible for an increase in the incidence of cancer.

In any event, most researchers agree on one point: more studies must be carried out to provide further information on the effects of endocrine disruptors. This information will then make it possible to establish policies and standards for the assessment and use of clinical products.

Canada is already participating in a number of national and international efforts to counteract the effects of these products on health and the environment. Other possible measures include a review of the current *Pest Control Products Act*, which has not been updated for more than 30 years. In addition, the Canadian government could invest in detailed research on the effect of the endocrine disruptors on the hormone system.

---

(38) Environment Canada, "Canada First Country to Ratify International Agreements to Reduce Toxic Airborne Pollutants," News Release, 22 December 1998.

APPENDICES

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

APPENDIX 1

LIST OF KNOWN AND SUSPECTED HORMONE DISRUPTORS

A. Pollutants with Widespread Distribution Reported to have Reproductive and Endocrine-disrupting Effects

Persistent Organohalogens

Dioxins and furans	Octachlorostyrene
PCBs	Hexachlorobenzene
PBBs	Pentachlorophenol

Pesticides

2,4,5-T	DBCP	h-epoxide	nitrofen
2,4-D	DDT	kelthane	oxychlordane
alachlor	DDT metabolites	kepone	permethrin
aldicarb	dicofol	malathion	synthetic pyrethroids
amitrole	dieldrin	mancozeb	toxaphene
atrazine	endosulfan	maneb	transnonachlor
benomyl	esfenvalerate	methomyl	tributyltin oxide
beta-HCH	ethylparathion	methoxychlor	trifluralin
carbaryl	fenvalerate	metiram	vinclozolin
chlordane	lindane	metribuzin	zineb
cypermethrin	heptachlor	mirex	ziram

Penta- to Nonyl-Phenols

Bisphenol A

Phthalates

Di-ethylhexyl phthalate (DEHP)	Di-hexyl phtalate (DHP)
Butyl benzyl phthalate (BBP)	Di-propyl phthalate (DprP)
Di-n-butyl phthalate (DBP)	Dicyclohexyl phthalate (DCHP)
Di-n-pentyl phthalate (DPP)	Diethyl phthalate (DEP)

Styrene dimers and trimers

Benzo(a)pyrene

Heavy Metals

Cadmium	Lead	Mercury

B. Pollutants with Widespread Distribution Reported to Bind to Hormone Receptors and Therefore Suspected to Have Reproductive and Endocrine-disrupting Effects

2,4-dichlorophenol
diethylhexyl adipate
benzophenone
N-butyl benzene
4-nitrotoluene

Sources: The list of substances considered to have endocrine-disrupting and reproductive effects is compiled by the Endocrine Disrupter Resource Centre from a variety of sources including:

Colborn, T. and C. Clement. *Chemically Induced Alterations in Sexual and Functional Development: The Wildlife/Human Connection.* Princeton, N.J.: Princeton Scientific Publishing, 1992.

Colborn, T., F. vom Saal and A.M. Soto. "Developmental Effects of Endocrine-Disrupting Chemicals in Wildlife and Humans," *Environmental Health Perspectives*, Vol. 101, No. 5, 1993.

Lyons, G. *Phthalates in the Environment*, World Wildlife Fund, UK, 1995.

Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. *Effects of Trace Organics on Fish, Phase II*, Foundation for Water Research, UK, 1995.

Note: All of the substances currently identified as hormone disruptors are now widely distributed throughout the environment; some are common constituents of consumer products, and many are now found in human tissues.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

APPENDIX 2

DESCRIPTION OF HEAVY METALS STUDIED BY THE NORTHERN CONTAMINANTS PROGRAM

Cadmium: Cadmium is a white, ductile, malleable metal from the same group as mercury. It is used in alloys to protect other metals. Aside from its use by the metallurgical industry, its most familiar use is in nickel-cadmium batteries. In spite of the fact that the transportation sector, waste disposal activities and land application of sewage sludge also contribute to the presence of cadmium, metal smelters and refineries are the main source of cadmium in the Canadian environment (82%, or 130 t/year); 92% of this metal is found in the atmosphere.[39] Although cadmium does not break down in the environment, chemical and physical processes affect its mobility, its bio-availability and lifetime, and thus the extent of the danger that it presents to mammals and human beings. For example, cadmium has been found to accumulate in the organs of marine mammals (bioaccumulation). According to experts at Environment Canada and Health Canada, current information suggests that in certain cases, the accumulation of cadmium in the environment may have adverse effects on human health. For instance, there has been an increase in mortality attributable to lung cancer in workers exposed simultaneously to cadmium and arsenic. Cadmium is also associated with effects on the renal system.

Mercury: The production of chlorine and caustic soda, waste incineration, coal burning and metallurgy are the principal anthropogenic sources of mercury, a white metal that is liquid at room temperature. The methylated form of mercury accumulates in the environment (bio-amplification), while the gaseous elementary form of the metal found in the atmosphere is increasing globally at a rate of approximately 1% per year.[40] Mercury also accumulates in lake sediments. This metal is associated in particular with sensory or neurological deficits. Dental amalgams made the headlines when it was observed that the mercury they contained could have effects on health. Although current evidence does not indicate that these amalgams are causing illness in the general population, according to a notice issued by Health Canada, a small

---

(39) Environment Canada and Health Canada, *Cadmium and its compounds*, 1994.

(40) Jensen *et al.* (1997).

proportion of the population can suffer severe health effects from even a low exposure.[41] More detailed studies are required for a proper assessment of this metal and its real effects.

Lead: Lead, an extremely malleable bluish-grey metal, was found primarily in gasoline until the 1975 adoption of regulations to reduce lead additives. Because lead additives have been eliminated in gasoline and in the production of food cans, the principal sources of this pollutant today include industrial emissions (foundries, refineries), plumbing solders, hunting ammunition, certain toys, domestic household products, and food containers. Lead exposure occurs primarily (80% to 90%) through food.[42] Because children absorb more food than do adults in relation to their body mass, they have the highest blood concentrations of lead. Adult men have higher concentrations than do women, because of their slightly higher hemoglobin level. Lead poisoning can harm the hematological, gastrointestinal and neurological systems. Wildlife (particularly waterfowl and their predators) is particularly affected by the lead shot used by hunters; an estimated 250,000 aquatic water birds die each year of lead poisoning. To address this problem, Canada now requires hunters to use non-toxic shot.[43]

(41) Health Canada, *Health Canada Position Statement on Dental Amalgams*, Health Canada Internet site, 30 June 1999.

(42) Jensen *et al.* (1997).

(43) Environment Canada, *Lead Shot*, Fact Sheet, the Green Lane Internet site, Environment Canada, 5 February 1999.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

APPENDIX 3

GOVERNMENT MEASURES

Northern Contaminants Program (NCP)

The first phase of the NCP ended in 1997, and its objective is to assess the risk of contamination by various products associated with the traditional foods eaten by Aboriginal people in the arctic region. The program is funded by Treasury Board and four departments that also participate in its management to varying degrees. For instance, Health Canada provides advice on the risks posed by certain POPs and funds research on the analysis of the potential problems associated with those substances. Three heavy metals have been added to the list of substances being studied (see Appendix 2).

Toxic Substances Management Policy (TSMP)

The Toxic Substances Management Policy was adopted in 1995 to provide a scientific context for the identification of toxic substances present in the environment. A two-part or "two track" (according to the Policy) assessment grid is used for the classification of substances:

- "Track-1 substance" – a substance that is bioaccumulative, persistent and primarily the result of human activity, in which case it must be eliminated from the environment ("quasi-elimination") under the terms of the *Canadian Environmental Protection Act* (for example, chlordane, in Table 3, is a Track-1 substance);
- "Track-2 substance" – a toxic or worrisome substance subject to life-cycle management to prevent or minimize, as much as possible, its release into the environment.

New provisions of the *Canadian Environmental Protection Act* (*CEPA*)

Under the terms of the new *CEPA* adopted 14 September 1999, all substances currently in use in Canada will be categorized to determine if they are toxic. *CEPA* also establishes deadlines for measures to be taken to control toxic substances and will require the virtual elimination of the most dangerous of these. These measures will include assessing 23,000

new and existing substances, as well as managing and controlling toxic substances and tracking the progress of the process.[44]

The scope of the Act is illustrated by the story of dioxins (polychlorinated dibenzoparadioxins) and furans (polychlorinated dibenzofurans), which were declared toxic in 1999 under the old *Canadian Environmental Protection Act*, on the basis of an assessment by Environment Canada and Health Canada. These by-products were then added to the list of toxic substances in the Act. The subsequent adoption of various regulations, including the *Pulp and Paper Effluent Regulations* (in 1992), reduced the quantity of dioxins and furans released into the environment by 98%.

Pest Management Regulatory Agency (PMRA)

The PMRA was established in 1995 to apply the *Pest Control Products Act* (*PCPA*). Under this Act, all products imported, manufactured, sold or used in Canada must be federally registered. A pest control product may not be registered unless the risks to human health and to the environment are acceptable and the product is useful for pest control.[45] The *PCPA* also provides a regulatory framework for aquacultural producers, unless the product (parasiticide) is considered a drug, in which case the *Food and Drugs Act* applies.

Various measures relating to heavy metals and chlorinated substances

The *North American Regional Action Plan on Mercury*, initiated by the Commission for Environmental Cooperation of the NAFTA, is now in phase II. This plan is designed to eliminate gradually, or to prohibit, uses of mercury that present unacceptable or uncontrollable risks of release into the environment or risks to health.

The *Canadian Plumbing Code* prohibits the use of lead solder in new plumbing systems and in repairs to drinking water supply systems.[46] In addition, in 1996, Canada adhered to the *Organisation for Economic Co-operation and Development Ministerial Declaration on Lead*. As a result, it is now sharing its skills in monitoring lead exposure with other countries. The Declaration supports the elimination of leaded gasoline as well as ending the exposure of

(44) Environment Canada, "New Funding to Implement the New Canadian Environmental Protection Act," Communiqué, *The Green Lane*, 4 September 1999.

(45) Health Canada, *Food and Drugs Act*, Internet site (http://www.hc-sc.gc.ca), March 1999.

(46) Health Canada, *It's Your Health: Lead and Human Health*, Health Canada Internet site, 28 June 1996.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

children to lead through products designed for them and through food containers. The Declaration includes a voluntary action plan for lead-producing industries. For instance, producers are encouraged to reduce lead exposure and to establish risk reduction programs.[47]

The *Chlorinated Substances Action Plan*, adopted by Canada's Ministers of the Environment and Health, presents Canada's approach to chlorinated substances.[48] It consists of five components designed to meet specific objectives: targeting critical uses and products through legislative or voluntary tools; improving scientific knowledge; studying the effects on health and on socio-economic aspects; providing Canadians with better information; and promoting and directing international efforts.

(47) Environment Canada, *Canada Supports OECD Decisions to Reduce Lead Exposure and Green Government Operations*, The Green Lane, Environment Canada Internet site, 5 February 1999.

(48) Environment Canada and Health Canada, *Chlorinated Substances Action Plan*, Progress Report, Environment Canada Internet site, October 1996.

PRB 00-01F

Library of Parliament
Bibliothèque du Parlement

LES MODULATEURS ENDOCRINIENS : LE POINT SUR LA QUESTION

Christine Labelle
Division des sciences et de la technologie

Le 10 août 2000

PARLIAMENTARY RESEARCH BRANCH
DIRECTION DE LA RECHERCHE PARLEMENTAIRE

La Direction de la recherche parlementaire de la Bibliothèque du Parlement travaille exclusivement pour le Parlement, effectuant des recherches et fournissant des informations aux parlementaires et aux comités du Sénat et de la Chambre des communes. Entre autres services non partisans, elle assure la rédaction de rapports, de documents de travail et de bulletins d'actualité. Les attachés de recherche peuvent en outre donner des consultations dans leurs domaines de compétence.

N.B. Dans ce document, tout changement d'importance fait depuis la dernière publication est indiqué en **caractère gras.**

CE DOCUMENT EST AUSSI PUBLIÉ EN FRANÇAIS

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

TABLE DES MATIÈRES

PAGE

INTRODUCTION 1

LE SYSTÈME ENDOCRINIEN ET LES MODULATEURS ENDOCRINIENS : NOTIONS DE BASE 2

A. Le fonctionnement du système endocrinien 2
B. Les modulateurs endocriniens et la perturbation du système endocrinien 3

LES SUBSTANCES QUI PEUVENT JOUER LE RÔLE DE MODULATEURS ENDOCRINIENS 4

A. La pollution, source de modulateurs endocriniens 4
B. Les polluants organiques persistants 6
C. Les métaux lourds 7
D. Les organochlorés 8
E. Les pesticides 8
F. Autres substances 9

LES EFFETS DES MODULATEURS ENDOCRINIENS : LE POINT DE VUE SCIENTIFIQUE 9

A. Effets chez les animaux et chez l'humain 9
B. Effets sur les systèmes reproducteur et endocrinien 11
C. Effets accentués sur le fœtus 12
D. Effets indépendants des hormones 13
E. Le besoin de connaissances supplémentaires 14

MESURES GOUVERNEMENTALES RÉCENTES AU CANADA 15

A. Initiatives nationales 15
B. Initiatives internationales 16

CONCLUSION 18

ANNEXE 1 – Liste des modulateurs endocriniens connus ou présumés
ANNEXE 2 – Les métaux lourds étudiés par le Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord
ANNEXE 3 – Mesures gouvernementales

CANADA
LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

LES MODULATEURS ENDOCRINIENS : LE POINT SUR LA QUESTION

INTRODUCTION

Les études scientifiques confirment toujours davantage que l'environnement et ses composantes influent sur l'être humain. Entre autres, il devient chaque jour plus évident que la qualité de l'air, de l'eau et du sol a des répercussions directes sur la chaîne alimentaire et, par conséquent, sur les humains, qui se trouvent au haut de la chaîne. Depuis quelques années, les substances qui perturbent le système endocrinien – ou modulateurs endocriniens – sont devenues un sujet de préoccupations. Des études scientifiques réalisées au Canada et dans plusieurs autres pays ont démontré que ces substances peuvent agir sur le système endocrinien de certains invertébrés, des poissons et des animaux supérieurs en général. On sait que les modulateurs endocriniens peuvent altérer la reproduction, la croissance et le développement de plusieurs espèces. Les scientifiques se préoccupent donc du rôle que ces substances pourraient jouer dans l'apparition ou l'augmentation, chez l'humain, de maladies liées au système hormonal, notamment l'accroissement toujours inexpliqué des cas de cancers, d'infertilité et de malformations des organes reproducteurs noté dans plusieurs pays.

Les mécanismes par lesquels les modulateurs endocriniens perturbent le système hormonal sont complexes et ne sont pas encore bien compris. Les chercheurs savent par contre que l'éventail des substances nocives pour la santé est grand, justement à cause de la complexité du système endocrinien, et qu'il ne suffit que de faibles concentrations pour altérer le fonctionnement physiologique de plusieurs espèces fauniques.

L'ampleur des effets des modulateurs sur l'être humain fait toujours l'objet de débats, car de multiples facteurs limitent la recherche et empêchent de tirer des conclusions aussi facilement que pour ce qui est de la faune. Quoi qu'il en soit, le gouvernement canadien accorde une priorité élevée à ce dossier d'envergure internationale, afin de pouvoir disposer des connaissances nécessaires à une prise de décisions éclairée en matière de politiques.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

Ce document tente de faire le point sur la question des modulateurs endocriniens. La première partie résume le fonctionnement du système endocrinien, explique ce qu'est un modulateur endocrinien et décrit son mode d'action sur l'organisme. La deuxième partie présente quelques-unes des substances qui pourraient être des modulateurs endocriniens, tandis que la troisième traite des effets des modulateurs endocriniens sur la faune et expose les différents points de vue qui ont cours dans la communauté scientifique quant à l'ampleur des effets sur l'humain. Enfin, la quatrième partie examine certaines mesures récentes prises par le gouvernement du Canada pour lutter contre le problème des modulateurs endocriniens.

LE SYSTÈME ENDOCRINIEN ET LES MODULATEURS ENDOCRINIENS : NOTIONS DE BASE

A. Le fonctionnement du système endocrinien

Le système endocrinien, appelé aussi système hormonal, joue un rôle de premier plan, notamment dans le mécanisme de la croissance et du développement sexuel. Il est constitué des glandes endocrines telles que les testicules, les ovaires, la thyroïde, les glandes pancréatiques, les surrénales, les parathyroïdes et l'hypophyse (qui commande toutes les autres). Ces glandes sécrètent des substances (les *hormones*), qui sont des messagers chimiques déversés directement dans le sang et qui se dirigent vers divers organes (les *récepteurs*) pour en exciter le fonctionnement. Certaines glandes, telles que le pancréas, la thyroïde, les parathyroïdes, la pituitaire et l'hypophyse, sécrètent des hormones protéiques, alors que d'autres, telles que les surrénales et les gonades[1], sécrètent des hormones stéroïdes.

Les hormones ont un effet crucial sur la morphologie, le métabolisme, la circulation sanguine, le système reproducteur et le système nerveux (qui, à son tour, agit sur la sécrétion hormonale)[2]. Par exemple, l'œstrogène, la progestérone, l'estradiol et la testostérone sont des hormones sexuelles qui causent des modifications périodiques ou permanentes du système reproducteur. Les hormones contribuent ainsi au maintien de l'équilibre physiologique de l'individu.

---

(1) Les testicules et les ovaires.

(2) *Petit Larousse de la médecine*, tome 1, 1976.

B. Les modulateurs endocriniens et la perturbation du système endocrinien

Lorsque la sécrétion hormonale est perturbée, il y a déséquilibre physiologique. L'obésité, le diabète et la décalcification des os comptent parmi les conséquences d'une telle perturbation. Certaines substances naturelles ou artificielles peuvent provoquer ce déséquilibre; c'est la raison pour laquelle on leur donne le nom de *modulateurs endocriniens*. Ces modulateurs appartiennent à l'une ou l'autre des trois catégories suivantes :

- **Les modulateurs mimétiques** – Parce qu'ils provoquent les mêmes réactions chimiques que les hormones naturelles, ces modulateurs sont perçus par l'organisme comme s'ils étaient des hormones.

- **Les modulateurs paralysants** – Ces modulateurs, en bloquant les récepteurs hormonaux des cellules, empêchent les hormones naturelles d'exercer leur effet sur ces cellules.

- **Les modulateurs de déclenchement** – Ces modulateurs provoquent des réactions inhabituelles et anormales dans les cellules[3].

Un exemple serait le développement d'un enfant depuis le stade embryonnaire jusqu'à la naissance. La totalité de ce développement s'effectue sous le contrôle de messagers chimiques spécifiques qui sont programmés pour être émis d'un point de l'organisme et acceptés à un autre point, à une concentration précise et à un moment donné. En interférant avec ces messagers ou leur concentration, un produit chimique peut provoquer des dommages irréversibles à l'une ou l'autre des étapes. Il peut en résulter un développement et un fonctionnement modifiés du système reproducteur, qui sont susceptibles d'entraîner plusieurs problèmes, notamment des malformations des organes reproducteurs.

Les effets des modulateurs endocriniens ne se limitent toutefois pas aux hormones sexuelles (femelles ou mâles), mais s'étendent aux autres glandes endocrines qui influent sur la croissance, le développement, la reproduction[4].

---

(3) The Endocrine Disrupter Resource Center, Institute for Agriculture and Trade Policy (http://www.iatp.org/edrc/About.cfm).

(4) Environnement Canada, *Substances perturbatrices des systèmes endocriniens présentes dans l'environnement*, 2000.

LES SUBSTANCES QUI PEUVENT JOUER LE RÔLE DE MODULATEURS ENDOCRINIENS

A. La pollution, source de modulateurs endocriniens

Il ne fait aucun doute pour les scientifiques qu'un large éventail de substances interfèrent avec les messagers chimiques naturels des animaux[5]. Ces substances sont présentes partout dans l'environnement et, même si on ne connaît pas encore l'ampleur de leur effet sur le système endocrinien humain, l'organisme humain est tout de même soumis à un contact presque constant avec elles. Cela tient notamment au fait que bon nombre de ces substances sont facilement transportées par le vent sous forme de particules ou de gouttelettes, parfois jusqu'à des milliers de kilomètres de leur origine. La pluie les dépose ensuite sur le sol ou dans les cours d'eau, où elles s'accumulent et se transforment. Elles sont ensuite absorbées par la végétation et apparaissent ainsi dans la chaîne alimentaire, où elles se concentrent dans les graisses animales. Selon une étude effectuée sur des nouveau-nés inuits du Nunavik et de la terre de Baffin, les bébés de cette région seraient davantage exposés à certains produits (dont les BPC) que ceux qui naissent dans le Sud du pays[6]. L'exposition à de tels polluants dépend principalement du régime alimentaire, mais aussi de différences socio-démographiques.

Environnement Canada a établi que plusieurs des substances présentes dans l'environnement possèdent des caractéristiques de modulateurs endocriniens (voir le tableau 1). Par exemple, la présence de déchets industriels, agricoles et municipaux dans l'environnement risque d'exposer les organismes à des doses anormalement élevées de substances naturelles telles que les hormones sexuelles ou les phyto-œstrogènes (substances dérivées des plantes). Les produits chimiques de synthèse tels que les pesticides, les sous-produits de procédés industriels (dioxines, furanes) et les déchets industriels (BPC) peuvent aussi entraver le fonctionnement normal du système endocrinien.

Le Endocrine Disrupter Resource Center américain (Centre de ressources sur les modulateurs endocriniens) a recensé une cinquantaine de ces substances (voir l'annexe 1). Selon cette organisation, des concentrations infimes (parties/billion) de ces produits présentes dans un organisme suffiraient à affecter son système endocrinien. La moitié des substances mentionnées

---

(5) *Ibid.*

(6) Gina Muckle, Éric Dewailly et Pierre Ayotte, « L'exposition prénatale des enfants canadiens aux biphényles polychlorés et au mercure », *Revue canadienne de santé publique*, vol. 89, suppl. 1, mai/juin 1998, p. 22-26.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

dans la liste du Centre font partie du groupe des organochlorés, dont une description est donnée plus loin.

TABLEAU 1 : SOURCES, CATÉGORIES ET EXEMPLES DE SUBSTANCES DONT ON A MENTIONNÉ QU'ELLES POUVAIENT PERTURBER LE SYSTÈME ENDOCRINIEN

Exemples de sources	Catégories (Exemples d'utilisation)	Exemples de substances
Incinération et mise en décharge	Composés polychlorés (résultant de la production industrielle ou sous-produits de la plupart des substances interdites)	Dioxines polychlorées, biphényles polychlorés (BPC)
Ruissellement agricole et transport atmosphérique	Pesticides organochlorés (retrouvés dans les insecticides et dont bon nombre sont maintenant éliminés)	DDT, dieldrine, lindane
Ruissellement agricole	Pesticides actuellement utilisés	Triazine, trifluraline, perméthrine
Ports	Organo-étains retrouvés dans les agents antisalissures utilisés pour peindre la coque des bateaux)	Tributyl-étain
Effluents industriels et municipaux	Alkylphénols (surfactants – certains types de détersifs utilisés pour enlever l'huile et leurs métabolites)	Nonylphénol
Effluents industriels	Phtalates (retrouvés dans les agents plastifiants)	Phtalate de dibutyle, Phtalate de benzyle et de butyle
Effluents municipaux et ruissellement agricole	Hormones naturelles (produites par les animaux) Stéroïdes synthétiques (retrouvés dans les contraceptifs)	Testostérone, 17 β-estradiol, estrone, éthynyl estradiol
Effluents des fabriques de papier	Phyto-œstrogènes (retrouvés dans les plantes)	Isoflavones, lignans, coumestans

Source : Environnement Canada, *Substances perturbatrices des systèmes endocriniens présentes dans l'environnement*, 2000.

Certains scientifiques soupçonnent que de simples produits utilisés dans la vie de tous les jours peuvent aussi perturber le système hormonal. Ils mentionnent, entre autres, des produits nettoyants, des produits de beauté et des composés résultant de la dégradation du plastique.

Par ailleurs, des histoires étonnantes sont relatées dans des reportages et des articles de journaux, qui font un rapprochement entre des substances chimiques et des maladies liées au dérèglement du système normal telles que le cancer du sein et le lymphome non Hodgkinien. Les auteurs soulèvent notamment la possibilité que les plastiques, tout comme les

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

carburants et certains médicaments ou pesticides, puissent exciter la sécrétion hormonale de façon excessive et, par conséquent, stimuler le développement du cancer de la glande en cause ou de l'organe sur lequel elle agit. Ces reportages sont surtout symptomatiques de l'inquiétude grandissante qu'éprouve la population au sujet des effets de la pollution sur la santé.

B. Les polluants organiques persistants

Jusqu'à récemment, la plupart des travaux de recherche sur les perturbateurs du système endocrinien ont porté sur des substances persistantes, bioaccumulatives et toxiques, notamment plusieurs de celles qui sont mentionnées au tableau 1 (dioxines, BPC, pesticides organochlorés, etc.). Ces substances chimiques – les *polluants organiques persistants* (POP) – apparaissent dans l'environnement par suite d'activités anthropiques et il est probable que leur liste continuera de s'allonger.

Les POP partagent trois grandes caractéristiques : ils sont persistants, liposolubles et semi-volatils. Premièrement, ils sont dits *persistants* parce qu'ils résistent à la dégradation dans des conditions environnementales normales.

Les POP sont également *liposolubles* et très faiblement hydrosolubles, ce qui signifie que l'organisme ne parvient pas à les excréter, d'où leur accumulation dans les tissus. Le phénomène d'accumulation d'un contaminant dans le temps à l'intérieur d'un même organisme s'appelle *bioaccumulation*. L'organisme qui se nourrit de plantes ou d'animaux déjà contaminés peut accumuler une forte concentration de contaminants, et cette concentration augmente à chaque niveau de la chaîne alimentaire. Cette augmentation de la concentration des POP le long de la chaîne alimentaire est connue sous le nom de *bioamplification*[7].

Enfin, les POP sont *semi-volatils*, c'est-à-dire qu'ils passent facilement de l'état solide à l'état gazeux à température élevée et redeviennent solides au contact du froid. Utilisés dans les régions du Sud, ces produits s'évaporent en partie, sont transportés par les vents, se condensent ensuite au contact de l'air froid arctique et se déposent sur le sol. Lorsque les polluants atteignent le Nord (tout le territoire situé au nord du 60^{e} parallèle, c'est-à-dire les régions subarctique et arctique), ils ont tendance à s'accumuler puisque les basses températures

---

(7) *Présentation concernant les résidus des pesticides dans l'Arctique canadien et le Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord*, Comité permament de l'environnement et du développement durable de la Chambre des communes, 9 décembre 1999.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

ne favorisent pas l'évaporation. Les POP peuvent répéter ce cycle plusieurs fois et sur de longues distances, ce qui a donné à ce phénomène le nom d'« effet sauterelle ».

À cause de ce transport sur de longues distances, combiné à leurs caractéristiques physiques et chimiques particulières, les POP touchent particulièrement les régions arctiques[8]. Selon la littérature, 80 p. 100 des polluants retrouvés dans l'Arctique proviendraient de pays autres que le Canada[9].

L'usage de la plupart des POP est interdit ou restreint au Canada. Toutefois, ces substances sont fabriquées, utilisées ou rejetées dans l'environnement dans plusieurs autres pays, et le fait qu'elles voyagent facilement par voie aérienne expose la population canadienne – et, de la même manière, celle de nombreux autres pays – à leurs effets. C'est pourquoi elles font l'objet de mesures internationales, auxquelles le Canada est partie. Ces mesures visent actuellement les 16 POP suivants, dont la plupart sont des *organochlorés* – des substances organiques qui contiennent des atomes de chlore. Onze d'entre eux sont des pesticides.

- **Pesticides** : chlordane, DDT, aldrine, dieldrine, endrine, heptachlore, hexachlorobenzène, mirex, chlordécone, lindane, toxaphène.
- **Produits chimiques industriels** : BPC, hexabromobiphényl.
- **Contaminants** : dioxines, furanes, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).

C. Les métaux lourds

Le Canada a intégré trois métaux lourds – le cadmium, le plomb et le mercure (voir l'annexe 2) – dans ses programmes de recherche sur les effets des substances toxiques sur la santé et, plus particulièrement, sur le système endocrinien. Les trois métaux sont présumés perturber le fonctionnement des hormones et sont au nombre des substances étudiées dans le cadre du Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord parrainé par le ministère des Affaires indiennes et du Nord canadien (voir l'annexe 3).

Les trois métaux apparaissent dans l'environnement à l'issue de différents processus naturels. Toutefois, depuis le début de l'ère industrielle, diverses activités d'origine

---

(8) J. Jean, K. Adare et R. Shearer, *Rapport de l'évaluation des contaminants dans l'Arctique canadien*, Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord, Affaires indiennes et du Nord, 1997; Ébauche du rapport de la conférence *ÉcoSommet* 1999.

(9) Mémoire soumis par la Conférence circumpolaire inuit Tapiraast du Canada au Comité permanent de l'environnement et du développement durable de la Chambre des communes, 9 décembre 1999.

anthropique ont contribué à accroître leur présence dans les écosystèmes naturels et, par bioaccumulation et bioamplification, dans la chaîne alimentaire.

D. Les organochlorés

Les produits organochlorés sont des produits chimiques contenant du carbone et du chlore. Ils sont utilisés à de multiples fins, soit en tant que pesticides, réfrigérants ou autres produits industriels. Certains organochlorés, tels que les dioxines et les furanes, sont des sous-produits de divers procédés industriels qui sont libérés dans l'environnement, et on croit que plusieurs sont des modulateurs endocriniens (tableau 1). Nombre d'entre eux sont des POP aujourd'hui interdits au Canada, mais dont on retrouve encore des traces dans l'environnement. Ils peuvent même atteindre des concentrations élevées dans les tissus des prédateurs situés au haut de la chaîne alimentaire.

Au Canada, le Cormoran à aigrettes, un prédateur qui se nourrit de poissons, sert d'indicateur national du niveau des organochlorés rémanents, car il est largement réparti dans le Sud du pays et, plus particulièrement, dans les régions d'intense activité humaine[10].

E. Les pesticides

Les premiers pesticides[11], qui ont fait leur apparition dans les années 40, étaient composés en majorité d'ingrédients organochlorés. Ils ont servi de façon intensive – tant en agriculture qu'en aménagement forestier, ainsi que pour la protection des bâtiments de bois et celle de la santé – afin de lutter contre une diversité d'insectes. Il n'est donc pas étonnant, vu leurs caractéristiques, d'apprendre que des traces de pesticides organochlorés persistent encore dans l'environnement, même si plusieurs autres groupes chimiques les ont remplacés, du moins

---

(10) Environnement Canada, « Les organochlorés rémanents », *S et E Bulletin*, janvier 1998, site internet d'Environnement Canada (http://www.ec.gc.ca).

(11) Un pesticide est tout produit destiné à limiter, à détruire, à attirer ou à repousser les ravageurs, qui est utilisé, vendu ou importé au Canada. Les pesticides comprennent des substances chimiques, des dispositifs et même des organismes. Les herbicides, les insecticides et les fongicides, ainsi que des produits tels que des algicides, des répulsifs d'animaux et d'insectes, des produits nettoyants et antimicrobiens, des produits de préservation des matériaux et du bois et des dispositifs de lutte contre les insectes et les rongeurs, sont tous des produits de lutte antiparasitaire. Santé Canada (http://www.hc-sc.gc.ca).

au Canada, où plus de 50 millions de kilogrammes d'herbicides, d'insecticides et de fongicides sont utilisés chaque année[12].

F. Autres substances

Après avoir concentré leur attention presque exclusivement sur les substances persistantes, bioaccumulatives et toxiques, les scientifiques s'intéressent aujourd'hui à des substances qui, si elles persistent moins longtemps dans l'environnement, y sont tout de même largement répandues. Elles peuvent influer sur la croissance, le développement et la reproduction des organismes, même à de faibles concentrations. Il s'agit de substances présentes dans les effluents industriels et municipaux ainsi que dans les eaux de ruissellement agricoles, d'œstrogènes naturels de plantes, de produits chimiques tels que les alkylphénols et le tributyl-étain (tableau 1) et de certains autres composants de pesticides[13].

LES EFFETS DES MODULATEURS ENDOCRINIENS : LE POINT DE VUE SCIENTIFIQUE

A. Effets chez les animaux et chez l'humain

Le Canada a fait figure de précurseur dans le domaine de la recherche sur les modulateurs endocriniens, notamment grâce au Service canadien de la faune, dont les travaux ont mis en lumière des cas de perturbation du système endocrinien chez les animaux[14]. La recherche a signalé des effets sur la reproduction et le développement des poissons et des oiseaux (tableau 2); l'observation de déformations chez les embryons de diverses espèces et de la mortalité de tels embryons a permis de confirmer les effets embryotoxiques[15] et tératogènes[16] de certains polluants. Diverses anomalies ont été constatées : diminution de la taille du pénis et

---

(12) Fonds mondial pour la nature, *Les problèmes générés par les pesticides au Canada*, livret d'information à l'intention des parlementaires, Canada, juin 1999.

(13) Environnement Canada (2000).

(14) Comité permanent de l'environnement et du développement durable de la Chambre des communes, *LES PESTICIDES Un choix judicieux s'impose pour protéger la santé et l'environnement*, mai 2000.

(15) Embryotoxique : Se dit de la capacité d'une substance de nuire à l'embryon.

(16) Tératogène : Se dit de la capacité d'une substance de causer des formes anormales – ou monstrueuses – chez un organisme.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

des testicules, diminution du nombre de spermatozoïdes, anomalies lors de la reproduction, féminisation des mâles et masculinisation des femelles.

TABLEAU 2 : QUELQUES EXEMPLES D'EFFETS SUR LES SYSTÈMES ENDOCRINIENS DES POPULATIONS FAUNIQUES

- Difformité et mortalité de l'embryon chez les oiseaux et les poissons causées par l'exposition à des pesticides industriels et aux pesticides organochlorés.
- Diminution de la reproduction et du développement chez le poisson exposé aux effluents des fabriques de pâtes et papiers.
- Reproduction anormale chez les escargots exposés aux agents antisalissures appliqués sur la coque des bateaux.
- Diminution du fonctionnement de la glande thyroïde et du système immunitaire chez les oiseaux piscivores.
- Féminisation des poissons à proximité des exutoires des effluents municipaux.

Source : Environnement Canada, *Substances perturbatrices des systèmes endocriniens présentes dans l'environnement*, 2000.

Ces résultats ont ouvert la voie à la communauté scientifique mondiale, qui étudie aujourd'hui la question des composés actifs dans l'environnement en fonction de la population humaine. Depuis trois décennies, un accroissement du nombre de cas de maladies liées à un mauvais fonctionnement du système endocrinien – telles que le dérèglement de la glande thyroïde, l'infertilité, les malformations et le cancer des organes reproducteurs – est observé dans plusieurs pays[17]. Au Canada, une augmentation de 2 p. 100 par année (60 p. 100 au cours des 30 dernières années) a été observée en Ontario pour ce qui est du cancer des testicules[18], et les modulateurs endocriniens sont mentionnés tout particulièrement parmi les causes suggérées depuis une trentaine d'années[19]. Des études récentes permettent de supposer que ces substances exercent un effet sur l'organisme humain. Par exemple, des femmes qui avaient bu quotidiennement de l'eau du lac Michigan pendant les années 70 auraient été exposées à des substances toxiques persistantes et auraient donné naissance à des bébés ayant subi des effets

(17) The Endocrine Disrupter Resource Center, Institute for Agriculture and Trade Policy (http://www.iatp.org/edrc).

(18) *Ibid.*

(19) Briggs, Shirley A. *Basic Guide to Pesticides – Their Characteristics and Hazards*, Rachel Carson Council, 1992.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

neurologiques[20]. Les enfants qui ont été le plus exposés auraient subi des conséquences irréversibles sur le plan de leur habileté à apprendre et celui de leur comportement. Une autre étude, effectuée à New York en 1990, tire des conclusions semblables au sujet de bébés dont la mère aurait consommé du poisson du lac Ontario pendant sa grossesse, au cours des années 80[21].

De grands débats entourent la recherche sur la population humaine, notamment parce que les scientifiques ne s'entendent pas sur l'ampleur du problème. La consultation d'une liste non exhaustive d'études récentes permet de recenser quatre grandes catégories conclusions en ce qui a trait aux modulateurs endocriniens :

- plusieurs études concluent que des recherches plus approfondies sont essentielles pour en arriver à une bonne compréhension du phénomène des modulateurs endocriniens;
- certaines études indiquent que la plupart des produits étudiés semblent avoir au moins un impact faible sur les mammifères (y compris l'humain);
- d'autres études donnent à penser que les modulateurs endocriniens toucheraient surtout le fœtus et le développement de l'enfant;
- d'autres études encore suggèrent que l'ampleur des effets peut varier en fonction d'une multitude de facteurs indépendants de l'influence des substances étudiées.

B. Effets sur les systèmes reproducteur et endocrinien

Plusieurs auteurs s'accordent à dire que certains polluants étudiés peuvent affecter le système endocrinien en s'interposant entre les hormones et les récepteurs d'hormones (modulateurs paralysants ou de déclenchement). Benjamin Danzo est l'un de ceux qui soutiennent ce point de vue[22]. Ses travaux sur des produits tels que des congénères[23] du DDT, le dieldrine, l'atrazine et le pentachlorophénol lui ont permis d'observer que ces substances

---

(20) Gilbertson, Michael, « Linking Water Quality to Wildlife and Human Health », *FOCUS*, Commission mixte internationale, novembre 1998, p. 18-19.

(21) Commission mixte internationale, *FOCUS* (http://www.ijc.org/focus).

(22) Benjamin J. Danzo, « Environmental Xenobiotics May Disrupt Normal Endocrine Function by Interfering with the Binding of Physiological Ligands to Steroid Receptors and Binding Proteins », *Environmental Health Perspectives*, vol. 105, n° 3, mars 1997, p. 294-301.

(23) Congénère : Produit appartenant au même groupe chimique et dérivant du même composé initial.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

inhibent à différents degrés la formation de liens spécifiques entre les ligands[24] et les récepteurs d'hormones et de protéines fixatrices.

Par ailleurs, une étude de 18 produits organochlorés effectuée au Danemark a permis d'établir un lien entre ces substances et le taux de cancer du sein et de démontrer ainsi que certains organochlorés peuvent avoir un faible effet œstrogénique[25]. D'autre part, certains polluants chimiques dotés d'une faible capacité à simuler les hormones (modulateurs mimétiques) agiraient davantage en synergie avec d'autres produits. Steven Arnold et divers autres chercheurs ont émis l'hypothèse que les récepteurs d'œstrogène possèdent plus d'un site pour lier les polluants[26]. C'est le cas du chlordane, qui n'affecterait pas le système endocrinien à moins de se trouver en présence du dieldrine, dont il augmente le potentiel d'action[27]. Il reste que d'autres chercheurs ne sont pas arrivés à démontrer cette synergie dans leurs études[28][29], ce qui ajoute à la complexité de la question des modulateurs endocriniens et de l'ampleur de leurs effets.

C. Effets accentués sur le fœtus

L'observation, dans plusieurs pays, d'une diminution du nombre des spermatozoïdes et d'un accroissement de l'incidence des maladies affectant les organes génitaux mâles a suscité des travaux de recherche pour vérifier l'hypothèse selon laquelle l'exposition à des polluants chimiques agissant comme les hormones pourrait en partie se produire dès l'étape fœtale et au cours du développement de l'enfant et que les effets seraient observés à l'âge adulte. Entre autres, une imposante revue de la littérature a signalé des effets de ce genre sur le système

---

(24) Ligand : Dans ce cas et en termes non techniques, une molécule qui possède les propriétés voulues pour s'attacher à un récepteur.

(25) Annette Pernelle *et al.*, « Organochlorine Exposure and Risk of Brest Cancer », *The Lancet* 352(9143), 1998, p. 1816-1820.

(26) Steven Arnold *et al.*, « *In Vitro* Synergistic Interaction of Alligator and Human Estrogen Receptors with Combinations of Environmental Chemicals », *Environmental Health Perspectives*, vol. 105, suppl. 3, avril 1994, p. 615-618.

(27) Steven Arnold *et al.*, « Synergistic Activation of Estrogen Receptor with Combinations of Environmental Chemicals », *Science*, vol. 277, 1997, p. 462-463.

(28) K.F.Arcaro *et al.*, « Lack of Synergy by Mixtures of Weakly Estrogenic Hydroxylated Polychlorinated Biphenyls and Pesticides », *Environmental Health Perspectives*, vol. 106, suppl. 4, août 1998, p. 1041-1046.

(29) K.F. Ramamoorthy *et al.*, « Estrogenic Activity of a Dieldrin/Toxaphene Mixture in the Mouse Uterus, MCF-7 Human Breast Cancer Cells, and Yeast-Based Estrogen Receptor Assays: No Apparent Synergism », *Endocrinology*, vol. 138, n° 4, avril 1997, p. 1520-1527.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

reproducteur de fœtus mâles qui avaient été exposés, de façon fortuite, à des doses d'œstrogènes de synthèse comme le diéthylstilbestrol (une substance utilisée pour traiter l'insuffisance ovarienne et le cancer de la prostate)[30].

La plus grande sensibilité du fœtus et de l'enfant aux substances toxiques environnantes tient à leur croissance rapide ainsi qu'à leur immaturité physiologique et métabolique. En outre, le fait que les enfants absorbent, compte tenu de leur masse corporelle, une plus grande quantité d'air, de nourriture et de liquide que les adultes augmente leur potentiel d'exposition par rapport à celui des adultes[31].

D. Effets indépendants des hormones

La recherche n'arrive pas toujours à démontrer les effets hormonaux de la pollution sur les organismes vivants. Certains résultats confirment que les polluants chimiques n'auraient qu'une influence mineure sur le système endocrinien, alors que d'autres établissent que ces effets préjudiciables sur la santé pourraient être provoqués par des mécanismes indépendants des récepteurs d'hormones.

W.G. Foster[32], par exemple, s'est demandé s'il y a vraiment lieu de s'inquiéter de ces agents environnementaux perturbateurs, compte tenu des deux hypothèses suivantes : 1) les substances (dans le cas de cette étude, des POP) n'ont qu'un effet mineur sur le système hormonal et 2) ces substances agissent par des mécanismes indépendants du récepteur d'œstrogène. Le déroulement de ses travaux l'a obligé à conclure qu'avant de pouvoir répondre à sa question initiale, il devra éclaircir plusieurs points au moyen d'études supplémentaires. Foster insiste toutefois sur le fait que si l'on se base sur la littérature existante, les effets potentiels des polluants chimiques sur la santé publique devraient sans aucun doute continuer de donner matière à inquiétude.

---

(30) Jorma Toppari *et al.*, « Male Reproductive Health and Environmental Xenostrogens », *Environmental Health Perspectives*, vol. 104, suppl. 4, août 1996, p. 741-803.

(31) Graham W. Chance et Eef Harmsen, « Les enfants sont différents : les contaminants de l'environnement et la santé des enfants », *Revue canadienne de santé publique*, vol. 89, suppl. 1, mai-juin 1998, p. 10-14.

(32) Warren G. Foster, « Agents perturbateurs du système endocrinien et développement de l'appareil reproducteur chez le fœtus et chez l'enfant : y a-t-il lieu de s'inquiéter? », *Revue canadienne de santé publique*, vol. 89, suppl. 1, mai-juin 1998, p. 41-45.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

E. Le besoin de connaissances supplémentaires

Les scientifiques s'entendent sur au moins un point : les données actuelles sur les modulateurs endocriniens sont insuffisantes. Des études supplémentaires sur le système hormonal et les substances toxiques s'imposent pour bien cerner l'ampleur du problème et mettre au point une stratégie de prévention et d'intervention[33]. Chaque scientifique y va de sa proposition sur les démarches à entreprendre.

Tracey M. Slayton, entre autres, est d'avis qu'il faut mieux connaître les mécanismes d'action des polluants, la signification biologique des effets observés (effets réversibles ou non), la relation dose-réponse et le potentiel des interactions chimiques (par exemple, l'observation d'un effet synergique ou antagoniste entre œstrogènes et substances toxiques). L'équipe de Crisp met, pour sa part, l'accent sur le déséquilibre des fonctions du système nerveux central et l'intégration pituitaire[34] de l'activité hormonale et sexuelle, sur les systèmes de reproduction mâle et femelle, ainsi que sur la fonction thyroïdienne. Selon les résultats qu'elle a obtenus, la capacité des modulateurs endocriniens de provoquer le cancer de la prostate, du sein et des testicules, ainsi que leur influence sur l'endométriose devraient être analysées. Certains soutiennent qu'il faudrait mieux comprendre l'étiologie[35] des maladies que l'on attribue à des polluants.

Pour ce qui est de la recherche spécifique sur le fœtus en développement et le nouveau-né, il semble nécessaire d'étudier les stades du développement les plus sensibles à l'exposition aux polluants, la fonction thyroïdienne, y compris les processus dépendant des stéroïdes au-delà des effets dépendant des œstrogènes, et le mélange de produits chimiques dans l'environnement.

---

(33) Danzo (1997); Thomas M. Crisp *et al.*, « Environmental Endocrine Disruption: an Effects Assessment and Analysis », *Environmental Health Perspectives*, vol. 106, suppl. 1, février 1998, p. 11-56; Toppari *et al.* (1990); Tracey M. Slayton, « Persistent Toxins that Bioaccumulate (PTbs) and Endocrine Disrupters », site Internet, 1996; Helen Tryphonas, « Les incidences des BPC et des dioxines sur la santé des enfants : considérations immunologiques », *Revue canadienne de santé publique*, vol. 89, suppl. 1, mai-juin 1998, p. 54-57.

(34) Pituitaire : Lieu de transfert des hormones de l'hypothalamus vers la circulation hypohysaire.

(35) Étiologie : L'étude des causes et des conditions d'apparition de la maladie.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

La mise sur pied récente du Endocrine Disrupter Screening Program américain par la Environmental Protection Agency (EPA – Agence de protection de l'environnement)[36] permet d'espérer un nouvel influx de données scientifiques, et peut-être de nature plus systématique. Ce programme cible les pesticides et les autres substances chimiques qui ont – ou sont présumées avoir – sur l'être humain un effet similaire à celui des hormones naturelles. Il étudiera, dans un premier temps, les effets de certaines de ces substances sur les trois systèmes hormonaux les mieux connus (œstrogénique, androgénique et thyroïdien), afin de déterminer si ces effets sont ou non semblables à ceux produits par les hormones visées, de décrire ces effets et de les quantifier. Ce travail devrait mener à un classement des substances basé sur leur capacité de simuler les hormones. Par la suite, les études pourraient cibler d'autres systèmes hormonaux.

MESURES GOUVERNEMENTALES RÉCENTES AU CANADA

A. Initiatives nationales

Le problème des modulateurs endocriniens est complexe et l'élaboration de solutions nécessite la participation tant des gouvernements que des industries, des universités et du public. Dans le cadre de la nouvelle *Loi canadienne sur la protection de l'environnement*, le gouvernement canadien a donc mis sur pied un fonds d'investissement de la recherche, dont un volet traite spécifiquement des modulateurs endocriniens. Il s'agit de l'Initiative de recherche sur les substances toxiques (IRST), qui subventionne la recherche dans des domaines précis de l'environnement et de la santé, y compris les substances toxiques qui perturbent le système hormonal[37]. L'IRST est supervisée par un Comité de gestion scientifique composé de scientifiques des milieux gouvernementaux et non gouvernementaux spécialisés dans le domaine des substances toxiques. L'Initiative est le résultat d'un partenariat entre les ministères de la Santé, de l'Environnement, des Pêches et Océans, des Ressources naturelles, des Affaires indiennes et du Nord et de l'Agriculture et Agroalimentaire.

---

(36) Environmental Protection Agency, « Endocrine Disruptor Screening Program – Notice », (http://www.epa.gov/opptint/opptendo), 11 août 1998.

(37) Environnement Canada, « Des ministres fédéraux annoncent des crédits de 40 millions pour la recherche sur la santé et l'environnement au Canada », communiqué, 7 décembre 1998.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

Environnement Canada incorpore la recherche sur les modulateurs endocriniens dans ses multiples projets régionaux sur les écosystèmes, ce qui lui permet d'accroître la somme des connaissances sur les effets des modulateurs endocriniens présents dans l'environnement. Le ministère élabore notamment des protocoles d'évaluation environnementale, utilisés sur le terrain et en laboratoire. En outre, il développe son leadership à l'échelle nationale en mettant des outils d'information à la disposition des scientifiques, des décideurs et de la population, y compris un site Internet et une fiche d'information récemment créés au sujet des modulateurs endocriniens.

De nombreuses autres mesures ont été prises par le Canada (voir l'annexe 3) et, si elles ne s'appliquent pas directement aux modulateurs endocriniens, elles permettent tout de même d'acquérir des connaissances sur des substances toxiques qui pourraient éventuellement être ciblées.

B. Initiatives internationales

Le gouvernement canadien travaille de concert avec des organisations internationales afin d'examiner le dossier des modulateurs endocriniens, qui fait partie de la liste des grands problèmes mondiaux. Il travaille notamment avec l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE), le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), les Nations Unies et la Commission de coopération environnementale de l'Accord de libre échange nord-américain (ALENA). Environnement Canada participera, entre autres, aux activités internationales reliées à l'harmonisation mondiale des méthodes d'évaluation pour lutter contre les substances perturbatrices du système endocrinien.

Le tableau 3 résume les accords internationaux que le Canada a ratifiés ou qu'il est en voie de ratifier pour solutionner le problème mondial que constituent les POP. Un de ces accords, élaboré sous les auspices du PNUE, doit être prêt cette année (2000). Il s'agit d'un instrument juridiquement contraignant pour ce qui est de l'application de mesures internationales concernant certains polluants organiques et il a pour objet de réduire les émissions et les rejets de substances telles que le DDT, les toxaphènes et les BPC qui s'accumulent dans l'environnement et plus particulièrement dans l'Arctique. C'est en juin 1998 que les délégués de 92 pays à la Première session du comité intergouvernemental de négociation avaient énoncé les principes qui devaient présider à son élaboration.

TABLEAU 3 : MESURES PRISES PAR LE CANADA AUX NIVEAUX NATIONAL ET INTERNATIONAL À L'ÉGARD DES SUBSTANCES TOXIQUES

Substances	Traité CEE-ONU sur les POP	Traité CEE-ONU sur les métaux lourds	PGST (Voie 1)	Traité PNUE sur les POP	CCE-ALENA
Chlordane	x		x	x	x
DDT	x		x	x	x
BPC	x		x	x	x
Aldrine	x		x	x	
Dieldrine	x		x	x	
Endrine	x		x	x	
Heptachlore	x		x	x	
Hexachlorobenzène	x		x		(x)
Mirex	x		x	x	
Dioxines	x		x	x	(x)
Furanes	x		x	x	(x)
Toxaphène	x		x	x	
Chlordécone	x				
Hexabromobiphényl	x				
HAP	x				
Lindane	x				
Mercure		x			x
Cadmium		x			
Plomb		x			

Source : La Voie verte, site Internet d'Environnement Canada, octobre 1998.

(x)	Information provenant de Marcos Silva, Session du Conseil de la CCE tenue à Banff, Conseil de coopération de l'environnement, courriel, 28 juin 1999
CCE-ALENA	Commission de Coopération environnementale de l'Accord de libre échange nord-américain
CEE-ONU	Commission économique des Nations Unies pour l'Europe
PGST	Politique de gestion des substances toxiques (Ces substances doivent être éliminées (quasi-élimination) selon la Politique.)
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement

Le Canada ainsi que 43 pays d'Europe et d'Amérique du Nord ont aussi signé deux protocoles sur les polluants organiques persistants dans le cadre d'une convention de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe. Le premier – *Le nouveau Protocole à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relatif aux polluants organiques persistants* – vise 16 POP ainsi que des contaminants et produits dérivés

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHÈQUE DU PARLEMENT

tels que les dioxines et les furanes. Le second – *Le nouveau Protocole à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance relatif aux métaux lourds* – vise les trois métaux lourds mentionnés plus tôt, soit le cadmium, le plomb et le mercure. Le Canada a ratifié ces ententes le 22 décembre 1998[38].

CONCLUSION

Les substances toxiques soupçonnées d'avoir des effets sur le système hormonal sont, pour la plupart, apparues sur le marché après la Deuxième Guerre mondiale et, dans bon nombre de cas, il s'agit de pesticides du groupe des organochlorés. Les données disponibles à ce jour ne permettent cependant pas d'établir avec certitude les effets sur l'humain, bien que la recherche ait prouvé que ces substances agissent sur le système endocrinien des espèces fauniques. En effet, des centaines de substances doivent toujours être analysées, les conclusions accumulées jusqu'à aujourd'hui ne valant que pour les produits déjà évalués de façon spécifique.

D'autre part, alors que certains scientifiques se montrent très inquiets au sujet de ces substances, d'autres sont plus prudents. Certaines études, par exemple, révèlent en effet que des facteurs indépendants des modulateurs endocriniens – tels que des changements dans le régime alimentaire et les habitudes pendant la grossesse – pourraient avoir provoqué une augmentation du taux de cancer.

Il n'en demeure pas moins que la plupart des chercheurs s'entendent sur un point, à savoir qu'il faut effectuer davantage d'études pour disposer de plus de résultats sur les effets des modulateurs endocriniens. Les connaissances ainsi acquises permettront d'élaborer, entre autres, des politiques et des normes éclairées pour l'évaluation et l'utilisation des produits chimiques.

---

(38) Environnement Canada, « Le Canada est le premier État à ratifier des ententes internationales en vue de diminuer la pollution atmosphérique toxique », communiqué de presse, 22 décembre 1998.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

Le Canada participe déjà à bon nombre d'initiatives nationales et internationales en vue de combattre l'effet de ces substances sur la santé et l'environnement. Il pourrait prendre d'autres mesures, notamment l'examen de l'actuelle *Loi sur les produits antiparasitaires*, qui n'a pas été renouvelée depuis plus de 30 ans. De plus, le gouvernement canadien pourrait investir davantage et de façon permanente dans la recherche de pointe sur l'effet des modulateurs endocriniens sur le système hormonal humain.

ANNEXES

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

ANNEXE 1

LISTE DES MODULATEURS ENDOCRINIENS CONNUS OU PRÉSUMÉS

A. Polluants largement répandus qui auraient des effets perturbateurs sur les systèmes reproducteur et endocrinien

Composés organohalogénés persistants

Dioxines et furanes	Octachlorostyrène
PCB	Hexachlorobenzène
PBB	Pentachlorophénol

Pesticides

2,4,5-T	DBCP	h-Époxyde	Nitrofène
2,4-D	DDT	Kelthane	Oxychlordane
Alachlore	Métabolites du DDT	Képone	Pperméthrine
Aldicarbe	Dicofol	Malathion	Pyréthroïdes de synthèse
Amitrole	Dieldrine	Mancozèbe	Toxaphène
Atrazine	Endosulfan	Manèbe	Transnonachlore
Bénomyl	Esfenvalérate	Méthomyl	Oxyde de tributylétain
Bêta-HCH	Éthylparathion	Méthoxychlore	Trifluraline
Carbaryl	Fenvalérate	Métirame	Vinclozoline
Chlordane	Lindane	Métribuzine	Zinèbe
Cyperméthrine	Heptachlore	Mirex	Zirame

Phénols (du pentaphénol aux nonylphénols)

Bisphénol A

Phtalates

Phtalate de diéthylhexyle (DEHP)	Phtalate de dihexyle (DHP)
Phtalate du butyle et de benzyle (BBP)	Phtalate dedipropyle (DRrP)
Phtalate de di-n-butyle (DBP)	Phtalate de dicyclohexyle
Phtalate de di-n-pentyle(DPP)	Phtalate de diéthyle (DEP)

Dimères et trimères de styrène

Benzo(a)pyrène

Métaux lourds

Cadmium	Plomb	Mercure

B. Polluants largement répandus qui se lieraient aux récepteurs hormonaux et auraient des effets perturbateurs sur les systèmes reproducteur et endocrinien

2,4-Dichlorophénol
Adipate de diéthylhexyle
Benzophénone
n-Butylbenzène
4-Nitrotoluène

Sources : Cette liste de substances qui auraient, estime-t-on, des effets perturbateurs sur les systèmes reproducteur et endocrinien, a été établie par le Endocrine Disrupter Resource Center à partir de diverses sources, dont les suivantes :

Colborn, T. C. Clement, *Chemically Induced Alterations in Sexual and Functional Development: The Wildlife/Human Connection*, Princeton (N.J.), Princeton Scientific Publishing, 1992.

Colborn, T., F. vom Saal et A.M. Soto, « Developmental Effects of Endocrine-Disrupting Chemicals in Wildlife and Humans », *Environmental Health Perspectives*, vol. 101, n° 5, 1995.

Lyons, G., *Phthalates in the Environment*, Fonds mondial pour la nature (R.-U.), 1995.

Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, *Effects of Trace Organics on Fish*, Phase II, Foundation for Water Research (R.-U.), 1995.

Note : Toutes les substances dont on a établi à ce jour qu'elles sont des perturbateurs hormonaux sont maintenant largement répandues dans l'environnement. Certaines sont des constituants courants de produits de consommation, et bon nombre d'entre elles sont présentes dans les tissus humains.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

ANNEXE 2

DESCRIPTION DES MÉTAUX LOURDS ÉTUDIÉS PAR LE PROGRAMME DE LUTTE CONTRE LES CONTAMINANTS DANS LE NORD

Le cadmium : Le cadmium est un métal blanc, ductile et malléable, appartenant au même groupe que le mercure. Il est utilisé dans des alliages pour protéger d'autres métaux. Outre l'usage qu'on en fait dans l'industrie métallurgique, on retrouve ce métal surtout dans les piles au nickel-cadmium. Malgré l'apport des secteurs du transport, de l'élimination des déchets et de l'épandage des boues d'épuration, ce sont toutefois la fonte et le raffinage des métaux qui constituent les principales sources de cadmium dans la nature au Canada (82 p. 100 ou 130 t/année), la majeure partie (92 p. 100) se retrouvant dans l'atmosphère[39]. Même si le cadmium ne se dégrade pas dans l'environnement, des processus chimiques et physiques modifient sa mobilité, sa biodisponibilité et son temps de séjour, ce qui le rend plus ou moins dangereux pour les mammifères et les humains. On a par exemple observé que le métal s'accumule dans les organes (bioaccumulation) des mammifères marins. Selon les experts d'Environnement Canada et de Santé Canada, l'information existante permet d'affirmer que, dans certains cas, l'accumulation du cadmium dans l'environnement peut avoir des effets nocifs sur la santé humaine. Ainsi, on a observé une augmentation de la mortalité attribuable au cancer du poumon chez des travailleurs qui sont en contact à la fois avec le cadmium et l'arsenic. Le cadmium est également associé à des effets sur le système rénal.

Le mercure : L'industrie du chlore et de la soude caustique, l'incinération des déchets, la combustion du charbon et la métallurgie constituent les principales sources anthropiques de mercure, un métal blanc liquide à température ambiante. La forme méthylée du mercure s'accumule dans l'environnement (bioamplification) et sa présence dans l'atmosphère sous forme élémentaire gazeuse augmente au rythme d'environ 1 p. 100 par année à l'échelle mondiale[40]. Le mercure s'accumule aussi dans les sédiments lacustres. On l'associe

---

(39) Environnement Canada et Santé Canada, *Le cadmium et ses composés*, 1994.

(40) Jensen *et al.* (1997).

spécialement à des déficiences sensorielles ou neurologiques. Les amalgames dentaires ont fait les manchettes lorsqu'on s'est rendu compte que le mercure qu'ils contiennent pouvait influer sur la santé. Toutefois, Santé Canada a indiqué que rien ne permet actuellement de prouver que ces amalgames nuisent à la santé de la population en général. Il existe tout de même une faible proportion de la population pour laquelle le contact avec l'amalgame peut entraîner des problèmes de santé et ce, même à faible dose[41]. De plus amples études sont nécessaires afin de bien établir le bilan du mercure et de ses effets réels.

Le plomb : Le plomb est un métal très malléable gris bleuâtre, qui était présent principalement dans l'essence jusqu'à l'adoption, en 1975, de mesures relatives aux additifs au plomb. Aujourd'hui, étant donné l'abandon de l'essence au plomb et de l'utilisation du métal dans la fabrication des boîtes de conserve, ce sont les émissions industrielles (fonderies, raffineries), les soudures de plomberie, les projectiles de chasse, ainsi que certains jouets, produits domestiques et contenants d'aliments qui constituent les principales sources du polluant. L'exposition au plomb est d'ailleurs principalement (80 à 90 p. 100) attribuable aux aliments[42]. Parce que les enfants absorbent plus d'aliments que les adultes par rapport à leur masse corporelle, ils ont les plus fortes concentrations de plomb dans le sang. Chez les adultes, les hommes ont des concentrations plus élevées que les femmes, en raison de leur taux d'hémoglobine légèrement supérieur. Un empoisonnement au plomb peut provoquer des effets nocifs associés aux systèmes hématologiques, gastro-intestinaux et neurologiques. La faune – notamment la sauvagine et ses prédateurs – est particulièrement affectée par les grenailles au plomb utilisées par les chasseurs. On estime à 250 000 le nombre d'oiseaux aquatiques qui meurent chaque année d'empoisonnement par le plomb. Pour combattre ce problème, le Canada autorise maintenant l'usage de grenailles non toxiques[43].

---

(41) Santé Canada, *Énoncé de principes de Santé Canada concernant les amalgames dentaires*, site Internet de Santé Canada, 30 juin 1999.

(42) Jensen *et al.* (1997).

(43) Environnement Canada, *Plomb de chasse*, fiche d'information, site Internet La Voie verte, 5 février 1999.

LIBRARY OF PARLIAMENT
BIBLIOTHEQUE DU PARLEMENT

ANNEXE 3

MESURES GOUVERNEMENTALES

Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord (PLCN)

Le PLCN, dont la première phase s'est terminée en 1997, vise à évaluer les risques de contamination par diverses substances associés aux aliments traditionnels consommés par les peuples autochtones de la région de l'Arctique. Il est financé par le Conseil du Trésor et par quatre ministères qui participent aussi à sa gestion à différents degrés. Par exemple, Santé Canada donne des conseils sur les risques présentés par certains POP et finance la recherche pour l'analyse des problèmes potentiels qui leur sont associés. Trois métaux lourds ont été ajoutés à la liste des substances étudiées (voir l'annexe 2).

La Politique de gestion de substances toxiques (PGST)

La Politique de gestion des substances toxiques a été adoptée en 1995 afin de fournir un cadre scientifique permettant de gérer les substances toxiques présentes dans l'environnement. Une grille d'évaluation à deux volets ou « voies » (selon la Politique) permet de classer une substance selon qu'elle est :

- une « substance de la voie 1 » – c'est-à-dire qui est bioaccumulable, persistante et issue d'une activité humaine et doit donc être éliminée de l'environnement (« quasi-élimination ») en vertu de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (p. ex. le chlordane, qui figure au tableau 3, est une substance de la voie 1);
- une « substance de la voie 2 » – c'est-à-dire une autre substance toxique ou préoccupante qui doit être gérée pendant tout son cycle de vie, afin de prévenir ou de réduire le plus possible les risques de son rejet dans l'environnement.

Les nouvelles dispositions de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE)

Aux termes de la nouvelle LCPE adoptée le 14 septembre 1999, toutes les substances actuellement utilisées au Canada seront analysées et leur toxicité sera établie. De plus, la LCPE fixera des échéanciers pour la prise de mesures à l'égard des substances toxiques et exigera également l'élimination presque totale des substances les plus dangereuses. Ces mesures impliquent, entre autres, l'évaluation de 23 000 substances – actuelles et futures – ainsi que la gestion et le contrôle des substances toxiques et le suivi des progrès accomplis(44).

Pour expliquer la portée de la LCPE, citons le cas des dioxines (dibenzoparadioxines polychlorées) et des furanes (dibenzofuranes polychlorées), qui ont été déclarées toxiques en 1990 au sens de l'ancienne LCPE, par suite d'une évaluation effectuée par les ministères de l'Environnement et de la Santé. Ces sous-produits de procédés industriels ont par la suite été ajoutés à la liste des substances toxiques de la LCPE. Cette procédure a mené à l'adoption de différents règlements, dont le *Règlement sur les effluents des fabriques de pâtes et papiers* (en 1992). Depuis, la quantité de dioxines et de furanes rejetée dans l'environnement a diminué de 98 p. 100.

L'Agence de réglementation de la lutte antiparasitaire (ARLA)

L'ARLA a été créée en 1995 afin d'appliquer la *Loi sur les produits antiparasitaires* (LPA). En vertu de cette loi, tous les produits importés, fabriqués, vendus ou utilisés au Canada doivent être homologués au niveau fédéral. Un produit antiparasitaire ne peut être homologué que si les risques pour la santé humaine et pour l'environnement sont acceptables et si le produit est utile pour la lutte antiparasitaire(45). La LPA fournit aussi le cadre réglementaire pour les producteurs aquacoles, à moins qu'un produit parasiticide soit considéré comme un médicament et tombe alors sous le coup de la *Loi sur les aliments et drogues*.

---

(44) Environnement Canada, « De nouveaux fonds pour mettre en œuvre la nouvelle Loi canadienne sur la protection de l'environnement », communiqué, La Voie verte, 4 septembre 1999.

(45) Santé Canada, *Loi sur les aliments et drogues*, site Internet : http://www.hc-sc.gc.ca, mars 1999.

Autres mesures concernant les métaux lourds et les substances chlorées

Le *Plan d'action régional nord-américain relatif au mercure*, amorcé par le Comité de coopération environnementale de l'ALENA, en est à sa deuxième phase. Il vise à éliminer progressivement ou à interdire certaines utilisations du mercure si elles présentent des risques inacceptables ou incontrôlables de rejet dans l'environnement ou des risques pour la santé.

Le *Code canadien de la plomberie* interdit l'utilisation de la soudure au plomb dans les nouveaux systèmes de plomberie et pour la réparation d'installations servant à l'approvisionnement en eau potable[46]. De plus, le Canada a adhéré en 1996 à la *Déclaration ministérielle de l'Organisation de coopération et de développement économiques sur la réduction des risques liés au plomb*. Par conséquent, il partage maintenant ses compétences en matière de surveillance de l'exposition au plomb avec d'autres pays. La *Déclaration* appuie l'abandon de l'essence au plomb, ainsi que l'élimination de l'exposition au plomb attribuable aux produits destinés aux enfants et aux récipients pour aliments. Elle comprend un plan d'action volontaire destiné aux industries productrices de plomb qui incite ainsi les producteurs à réduire l'exposition au plomb ainsi qu'à créer des programmes de réduction de risques[47].

Le *Plan d'action sur les substances chlorées* des ministères canadiens de l'Environnement et de la Santé présente l'approche adoptée par le Canada à l'égard des substances chlorées[48]. Il comporte cinq volets correspondant à des objectifs précis : cibler les utilisations et les produits critiques par le truchement d'outils législatifs ou volontaires; améliorer les connaissances scientifiques; étudier les effets sur la santé et sur les aspects socio-économiques; offrir une meilleure information aux Canadiens; et promouvoir et diriger des actions internationales.

---

(46) Santé Canada, *Votre santé et vous – Le plomb et la santé humaine*, site Internet de Santé Canada, 28 juin 1996.

(47) Environnement Canada, *Le Canada appuie les décisions de l'OCDE de réduire l'exposition au plomb et d'écologiser les pratiques gouvernementales*, site Internet de la Voie verte, 5 février 1999.

(48) Environnement Canada et Santé Canada, *Plan d'action sur les substances chlorées*, rapport d'étape, site Internet d'Environnement Canada, octobre 1996.